

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 1以上の無線端末装置と周波数ホッピング方式により無線通信を行なう無線通信ネットワーク用基地局装置であって、
起動時に、周辺における他の無線通信ネットワークの有無を探索し、該他の無線通信ネットワークが存在する場合に該他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングのパターンおよび時刻を得る探索部と、
該探索部により得られた前記パターンを自局の周波数ホッピングのパターンとして選択するとともに、該探索部により得られた前記時刻に基づいて、当該パターンによる周波数ホッピングが該他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングとの間で周波数干渉を起こさないタイミングを選択し、当該タイミングで前記パターンの周波数ホッピングを実行させる周波数ホッピング選択・設定部とをそなえたことを特徴とする、無線通信ネットワーク用基地局装置。

【請求項2】 通常運用中に、該他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングに対する自局の周波数ホッピングのタイミングを調整するタイミング調整部をそなえたことを特徴とする、請求項1記載の無線通信ネットワーク用基地局装置。

【請求項3】 1以上の無線端末装置と、該無線端末装置と周波数ホッピング方式により無線通信を行なう基地局装置とを有してなる無線通信ネットワークの通信制御方法であって、
該基地局装置の起動時に、該基地局装置が、周辺における他の無線通信ネットワークの有無を探索し、該他の無線通信ネットワークが存在する場合に該他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングのパターンおよび時刻を得た後、前記パターンを自局の周波数ホッピングのパターンとして選択するとともに、前記時刻に基づいて、当該パターンによる周波数ホッピングが該他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングとの間で周波数干渉を起こさないタイミングを選択し、当該タイミングで前記パターンの周波数ホッピングを実行させることを特徴とする、無線通信ネットワークの通信制御方法。

【請求項4】 該基地局装置が、通常運用中に、該他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングに対する自局の周波数ホッピングのタイミングを調整することを特徴とする、請求項4記載の無線通信ネットワークの通信制御方法。

【請求項5】 相互に近接または重畳する無線エリアをもつ複数の基地局装置と、該複数の基地局装置のうちのいずれか一つと無線通信を行なう1以上の無線端末装置とをそなえてなる無線通信ネットワークシステムであって、
該複数の基地局装置に、それぞれ、該無線端末装置からブローブ信号を受信すると各基地局装置の負荷状況をブ

2

ローブ応答として該無線端末装置へ送り返す負荷状況送信部をそなえとともに、

該無線端末装置に、
予め付与された、必要なスループットを情報として記憶するスループット記憶部と、
周辺に存在する基地局装置を探索すべく前記ブローブ信号を送信するブローブ信号送信部と、
該ブローブ信号送信部により送信された前記ブローブ信号に応じて該基地局装置から送り返されてきた負荷状況と該スループット記憶部に記憶されている前記スループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択して接続する基地局装置選択部とをそなえたことを特徴とする、無線通信ネットワークシステム。

【請求項6】 該無線端末装置と接続中の基地局装置の負荷状況が該スループット記憶部に記憶されている前記スループットに適さない状況になった場合には、該基地局装置選択部が、該ブローブ信号送信部により送信された前記ブローブ信号に応じて該基地局装置から送り返されてきた負荷状況と該スループット記憶部に記憶されている前記スループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択・変更して接続し直すことを特徴とする、請求項5記載の無線通信ネットワークシステム。

【請求項7】 相互に近接または重畳する無線エリアをもつ複数の基地局装置のうちのいずれか一つと無線通信を行なう無線端末装置であって、
予め付与された、必要なスループットを情報として記憶するスループット記憶部と、
周辺に存在する基地局装置を探索すべくブローブ信号を送信するブローブ信号送信部と、
該ブローブ信号送信部により送信された前記ブローブ信号に応じて該基地局装置から送り返されてきた負荷状況と該スループット記憶部に記憶されている前記スループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択して接続する基地局装置選択部とをそなえたことを特徴とする、無線端末装置。

【請求項8】 接続中の基地局装置の負荷状況が該スループット記憶部に記憶されている前記スループットに適さない状況になった場合には、該基地局装置選択部が、該ブローブ信号送信部により送信された前記ブローブ信号に応じて該基地局装置から送り返されてきた負荷状況と該スループット記憶部に記憶されている前記スループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択・変更して接続し直すことを特徴とする、請求項7記載の無線端末装置。

【請求項9】 相互に近接または重畳する無線エリアをもつ複数の基地局装置と、該複数の基地局装置のうちのいずれか一つと無線通信を行なう1以上の無線端末装置とをそなえてなる無線通信ネットワークの通信制御方法であって、

該無線端末装置に、必要なスループットを予め情報とし

3

て付与しておき、
該無線端末装置から、周辺に存在する基地局装置を探索
すべくプローブ信号を送信し、
該プローブ信号を受信した該基地局装置から該無線端末
装置に対して負荷状況を送信し、
該基地局装置から送り返されてきた負荷状況と予め付与
された前記スループットに基づいて、最適な負荷状況
の基地局装置を選択して該無線端末装置と接続するこ
とを特徴とする、無線通信ネットワークの通信制御方法。

【請求項10】 該無線端末装置と接続中の基地局装置
の負荷状況が予め付与された前記スループットに適さ
ない状況になった場合には、該無線端末装置から、周辺
に存在する基地局装置に対して前記プローブ信号を送信
し、そのプローブ信号に応じて該基地局装置から送り返
されてきた負荷状況と前記スループットに基づいて、
最適な負荷状況の基地局装置を選択・変更して該無線端
末装置と接続し直すことを特徴とする、請求項9記載の
無線通信ネットワークの通信制御方法。

【請求項11】 1以上の無線端末装置と無線通信を行
なう無線通信ネットワーク用基地局装置であって、
該無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワ
ークでの負荷状況を検出する負荷状況検出部と、
該負荷状況検出部により検出された該負荷状況に応じ
て、データ衝突回避のためのバックオフ時間の最大値を
動的に変更する変更部とをそなえたことを特徴とする、
無線通信ネットワーク用無線基地局装置。

【請求項12】 1以上の無線端末装置と無線通信を行
なう無線通信ネットワーク用基地局装置であって、
該無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワ
ークでの負荷状況を検出する負荷状況検出部と、
該負荷状況検出部により検出された該負荷状況に応じ
て、該伝送路の専有時間を確保するための制御フレーム
を、フレーム送信時に付加するか否かを決定し、該制御
フレームの付加状態を動的に変更する変更部とをそなえ
たことを特徴とする、無線通信ネットワーク用無線基地
局装置。

【請求項13】 1以上の無線端末装置と無線通信を行
なう無線通信ネットワーク用基地局装置であって、
該無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワ
ークでの負荷状況を検出する負荷状況検出部と、
該負荷状況検出部により検出された該負荷状況に応じ
て、フレーム送信時の最大パケット長を動的に変更する
変更部とをそなえたことを特徴とする、無線通信ネット
ワーク用無線基地局装置。

【請求項14】 1以上の無線端末装置と、該無線端末
装置と無線通信を行なう基地局装置とを有してなる無線
通信ネットワークの通信制御方法であって、
該基地局装置が、該無線端末装置とのデータ送受信中に
無線通信ネットワークでの負荷状況を検出し、その負荷
状況に応じて、データ衝突回避のためのバックオフ時間

4

の最大値を動的に変更することを特徴とする、無線通信
ネットワークの通信制御方法。

【請求項15】 1以上の無線端末装置と、該無線端末
装置と無線通信を行なう基地局装置とを有してなる無線
通信ネットワークの通信制御方法であって、
該基地局装置が、該無線端末装置とのデータ送受信中に
無線通信ネットワークでの負荷状況を検出し、その負荷
状況に応じて、該伝送路の専有時間を確保するための制
御フレームを、フレーム送信時に付加するか否かを決定
し、該制御フレームの付加状態を動的に変更することを
特徴とする、無線通信ネットワークの通信制御方法。

【請求項16】 1以上の無線端末装置と、該無線端末
装置と無線通信を行なう基地局装置とを有してなる無線
通信ネットワークの通信制御方法であって、
該基地局装置が、該無線端末装置とのデータ送受信中に
無線通信ネットワークでの負荷状況を検出し、その負荷
状況に応じて、フレーム送信時の最大パケット長を動的
に変更することを特徴とする、無線通信ネットワークの
通信制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】 (目次)

発明の属する技術分野

従来の技術 (図12, 図13)

発明が解決しようとする課題 (図14)

課題を解決するための手段

発明の実施の形態 (図1～図11)

発明の効果

【0002】

【発明の属する技術分野】 本発明は、無線LAN (Local
Area Network) において用いて好適な、無線通信ネット
ワーク用基地局装置、無線通信ネットワークの通信制御
方法、無線通信ネットワークシステムおよび無線端末装
置に関する。

【0003】

【従来の技術】 図12は無線LANを適用した通信シス
テムを示すブロック図で、この図12に示す例では、有
線ネットワーク104に接続された2つの無線基地局1
01Aおよび101Bにより、それぞれ無線LAN (無
線通信ネットワーク) 100Aおよび100Bが形成さ
れている。

【0004】 これらの無線LAN 100Aおよび100
Bは、それぞれ、複数の無線端末 (端末局) 102をケ
ーブルレスでネットワークと接続するシステムであり、
各無線基地局101A, 101Bは、各無線エリア10
3A, 103B内において、ビーコンと呼ばれる同期フ
レーム信号を定期的に放送発信することにより、各無線
エリア103A, 103B内に存在する複数の無線端末
102の制御を行なっている。つまり、各無線基地局1
01A, 101Bからのビーコンが届く範囲内が、各無
線LAN 100A, 100Bの無線エリア103A, 1

5

03Bと規定することができる。

【0005】従って、無線エリア103Aまたは103B内に存在する無線端末102は、無線基地局101Aまたは101Bを経由して、有線ネットワーク104に接続された有線端末105や、無線エリア103Aまたは103B内に存在する他の無線端末102との通信を行なうことができる。ところで、上述のような中速無線LANでの無線通信方式としては、拡散スペクトラム

〔以下、SS (Spread Spectrum) と略記する〕と呼ばれる方式が使用される。このSS方式は、通常のある特定の限られた周波数帯域を使用する方式に対して、遙に広い信号帯域を利用し、ある周波数を見るとほとんど雑音と呼べるくらいの低い出力で通信を行なうものである。

【0006】このSS方式では、例えば図13に示すように、入力パルス列を狭帯域変調（一次変調）し、一次変調した信号をさらに拡散変調（二次変調）することにより、スペクトルを意図的に拡げて送信することで実現される。拡散されたスペクトルは、元の狭帯域変調信号に比べて冗長度が高く、雑音やフェージング等に強い。なお、受信側では、受信した信号を、二次復調（拡散復調）した後、一次復調を行なって出力パルス列を得ている。

【0007】上述のようなSS方式には、さらに、直接拡散〔以下、DS (Direct Sequence) と略記する〕と、周波数ホッピング〔以下、FH (Frequency Hopping) と略記する〕と呼ばれる二つの方式がある。DS方式は、情報を符号化した入力パルス列よりも遙に高速の雑音状パルス列を用いて二次変調する方式である。また、FH方式は、所定幅の周波数帯を複数のチャンネルに分割し、通常の狭帯域変調信号の搬送波の周波数として、その複数のチャンネルを所定のパターン（FHパターン）で順次使用するよう次々に切り換えて送信する方式である。これらのDS方式やFH方式は、いずれも、搬送波の周波数帯域を拡散させることにより、できるだけ送信時間を短縮し、その周波数帯域を多くの利用者によって有効に使用できるようにするものである。

【0008】上述した無線LANでは、このFH方式が採用されている。FH方式による通信を、図12にて前述した無線LAN100Aや100Bで行なう際、各無線LAN100A、100Bにおける無線基地局101A、101Bは、その無線エリア103A、103B内でのFHパターンを、前述したピーコンにより、自分の無線エリア103A、103B内の無線端末102へ通知している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、FH方式のネットワークが単独で存在する場合、周辺に同帯域での電波を送出する機器が存在しなければ、そのネットワークは、他からの電波干渉を受けず、その本来のスループット性能を発揮する。しかし、周囲に他の無線LANシ

6

ステムが存在する場合〔例えば図14に示すように、複数（図中3つ）の無線エリア103A～103Cが重なり合うような場合〕、同様の周波数帯域を使用することになるため、同時に同じ周波数を使う場合あるいは隣接する周波数を使う場合が生じ、そのような場合、相互の電波干渉によってそのスループットが悪化する。周辺ネットワークが増える程、その干渉の度合いは高くなり、スループットの悪化率も大きくなる。なお、図14において、100Cは無線LAN、101Cは無線LAN100Cにおける無線基地局、103Cは無線基地局101Cの無線エリアである。

【0010】日本の場合、上述のような無線LANシステムにおいて使用可能な周波数帯のチャンネル数は23チャンネルであり、FH方式では、これらの23チャンネルを所定のFHパターンで一巡する動作を繰り返し行なっている。従って、その周波数帯域に干渉しうる周波数の電波が存在すると、所定のFHパターンで23チャンネル分の周波数を一巡する間に、干渉電波の周波数そのものと一致して干渉が生じる場合が1回あり、干渉電波の周波数に隣接する周波数で干渉が生じる場合が2回ある。

【0011】同一周波数の場合（つまりFH中の周波数と干渉電波の周波数とが一致した場合）はその周波数帯での使用率を折半することで通信は可能であるが、隣接周波数の場合（つまりFH中の周波数が干渉電波の周波数に隣接する場合）は単に妨害となるだけである。近隣に電波干渉の可能性がある他の無線基地局が1局あると、通信性能は最大で $2.5/23=10.8\%$ だけ低下することになり、電波干渉の可能性がある無線基地局の数が例えば5局になると、その低下率は $12.5/23$ で最大54%にもなる。

【0012】そこで、FH方式を採用した無線LANシステムでは、複数ネットワークが存在する場合に、その電波干渉を回避するのではなく、一定の確率で周波数干渉が発生するものとして、その割合が一定以上偏らないようにするホッピングパターンを使用するようにしている。例えば特開平7-15443号公報に開示された技術では、ある無線基地局が所定のFHパターンを使用して通信を行なおうとした際に、周辺に同一FHパターンを使用するネットワークが存在した場合、そのFHパターンの使用を避け他のFHパターンを使用することにより、周波数干渉を回避している。しかし、異なるFHパターンを使用している、各無線LANでのFH中に周波数が一致もしくは隣接して干渉を生じる可能性は十分にあり、電波干渉を確実に回避することはできない。

【0013】一方、無線LANの伝送路性能は、通常1～2Mbps程度（既存の有線LANの1/10～1/5程度）である。従って、多数の無線端末の接続が1つの無線基地局に集中すると、接続台数の少ない基地局との間での負荷が偏り、同一エリア内で使用している無線端末間で著しく性能差が出る。しかも、無線LANで使

用するMAC(Media Access Control)層プロトコルのCSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoid:衝突回避式搬送波センス多重アクセス)+Ack方式は、既存の有線LANで普及しているCSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect:衝突検知式搬送波センス多重アクセス)方式と類似しているが、以下の2点で異なっている。

【0014】即ち、第1に、無線LANでは、無線基地局から定期的に制御フレーム(同期フレーム)が送信されるほか、各無線端末からも不定期に制御フレームが送信されるため、通常のデータフレームの送信を阻害している。また、第2に、明確なコリジョン検出ができないため、相手先へのフレーム送達確認手法として、送り先から送り元に対し受信応答(Ack)を返信し、送り元が受信することで通知正常終了を確認する。従って、フレームの送り元では、送り先から受信応答(Ack)を受信して初めて、コリジョン(衝突)を生じることなくフレーム送信が行なわれたことを認識できる。

【0015】コリジョン(即ちデータ未到達)を早期に判断するために、また、伝送路の専有時間を確保するため、データ送信に先立ち、送り元と送り先との間で制御フレームRTS(Request To Send)とCTS(Clear To Send)とを交換することも行なわれている。しかし、伝送路負荷が軽く且つコリジョン発生が少ない状況において、上述のようなRTS/CTSフレーム交換を行なうと、1つのデータフレームの送信に要する時間が長くなってしまふ。

【0016】このように複雑なプロトコルのために、実行スループットでは、無線LANと有線LANとの差が大きくなりやすく、ネットワークアプリケーションによっては、無線LANを使用すると体感上レスポンスの悪さが目立ちやすくなるものがある。本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、無線LAN等のネットワークシステムにおけるスループットの向上を実現した、無線通信ネットワーク用基地局装置、無線通信ネットワークの通信制御方法、無線通信ネットワークシステムおよび無線端末装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の無線通信ネットワーク用基地局装置(請求項1)は、1以上の無線端末装置と周波数ホッピング方式により無線通信を行なうもので、起動時に周辺における他の無線通信ネットワークの有無を探索し他の無線通信ネットワークが存在する場合にその無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングのパターンおよび時刻を得る探索部と、この探索部により得られた前記パターンを自局の周波数ホッピングのパターンとして選択するとともに探索部により得られた前記時刻に基づいて当該パターンによる周波数ホッピングが他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングとの間で周波数干渉を起

こさないタイミングを選択し当該タイミングで前記パターンの周波数ホッピングを実行させる周波数ホッピング選択・設定部とをそなえたことを特徴としている。このとき、通常運用中に、他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングに対する自局の周波数ホッピングのタイミングを調整するタイミング調整部をそなえてもよい(請求項2)。

【0018】また、本発明の無線通信ネットワークの通信制御方法(請求項3)は、1以上の無線端末装置と、この無線端末装置と周波数ホッピング方式により無線通信を行なう基地局装置とを有してなる無線通信ネットワークに適用されるもので、基地局装置の起動時に、この基地局装置が、周辺における他の無線通信ネットワークの有無を探索し、他の無線通信ネットワークが存在する場合にその無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングのパターンおよび時刻を得た後、前記パターンを自局の周波数ホッピングのパターンとして選択するとともに、前記時刻に基づいて、当該パターンによる周波数ホッピングが他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングとの間で周波数干渉を起こさないタイミングを選択し、当該タイミングで前記パターンの周波数ホッピングを実行させることを特徴としている。このとき、基地局装置が、通常運用中に、他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングに対する自局の周波数ホッピングのタイミングを調整してもよい(請求項4)。

【0019】従って、周辺に他の無線通信ネットワークが存在する場合、その無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングと全く同じパターンを採用し、周波数干渉を起こさないタイミングで周波数ホッピングが実行されることになる。つまり、全く同じパターンの周波数ホッピングが、適当な間隔(タイミング)をあげ併行して実行されるので、自局の無線通信ネットワークの周波数ホッピングと他の無線通信ネットワークの周波数ホッピングとが周波数干渉を起こすことを積極的に回避することができる(請求項1, 3)。

【0020】また、長時間の運用に伴う経時的な変化によって自局の無線通信ネットワークの周波数ホッピングと他の無線通信ネットワークの周波数ホッピングとの間隔が近づき周波数干渉の可能性が高くなる場合があるが、他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングに対する自局の周波数ホッピングのタイミングを調整することにより、そのような経時的な変化による周波数干渉の発生も回避することができる(請求項2, 4)。

【0021】一方、本発明の無線通信ネットワークシステム(請求項5)は、相互に近接または重畳する無線エリアをもつ複数の基地局装置と、これらの基地局装置のうちのいずれか一つと無線通信を行なう1以上の無線端末装置とをそなえてなるものであつて、複数の基地局装置に、それぞれ、無線端末装置からプローブ信号を受信すると各基地局装置の負荷状況をプローブ応答として無

9

線端末装置へ送り返す負荷状況送信部をそなえるとともに、無線端末装置に、予め付与された必要なスループットを情報として記憶するスループット記憶部と、周辺に存在する基地局装置を探索すべくプローブ信号を送信するプローブ信号送信部と、このプローブ信号送信部により送信されたプローブ信号に応じて基地局装置から送り返されてきた負荷状況とスループット記憶部に記憶されているスループットとに基づいて最適な負荷状況の基地局装置を選択して接続する基地局装置選択部とをそなえたことを特徴としている。

【0022】このとき、無線端末装置と接続中の基地局装置の負荷状況がスループット記憶部に記憶されているスループットに適さない状況になった場合には、基地局装置選択部が、プローブ信号送信部により送信されたプローブ信号に応じて基地局装置から送り返されてきた負荷状況とスループット記憶部に記憶されているスループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択・変更して接続し直すように構成してもよい（請求項6）。

【0023】また、本発明の無線端末装置（請求項7）は、相互に近接または重畳する無線エリアをもつ複数の基地局装置のうちのいずれか一つと無線通信を行なうものであって、予め付与された必要なスループットを情報として記憶するスループット記憶部と、周辺に存在する基地局装置を探索すべくプローブ信号を送信するプローブ信号送信部と、このプローブ信号送信部により送信されたプローブ信号に応じて基地局装置から送り返されてきた負荷状況とスループット記憶部に記憶されているスループットとに基づいて最適な負荷状況の基地局装置を選択して接続する基地局装置選択部とをそなえたことを特徴としている。

【0024】このとき、接続中の基地局装置の負荷状況がスループット記憶部に記憶されているスループットに適さない状況になった場合には、基地局装置選択部が、プローブ信号送信部により送信されたプローブ信号に応じて基地局装置から送り返されてきた負荷状況とスループット記憶部に記憶されているスループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択・変更して接続し直すように構成してもよい（請求項8）。

【0025】さらに、本発明の無線通信ネットワークの通信制御方法（請求項9）は、相互に近接または重畳する無線エリアをもつ複数の基地局装置と、これらの基地局装置のうちのいずれか一つと無線通信を行なう1以上の無線端末装置とをそなえてなる無線通信ネットワークに適用されるものであって、無線端末装置に、必要なスループットを予め情報として付与しておき、無線端末装置から、周辺に存在する基地局装置を探索すべくプローブ信号を送信し、このプローブ信号を受信した基地局装置から無線端末装置に対して負荷状況を送信し、基地局装置から送り返されてきた負荷状況と予め付与された前

10

記スループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択して無線端末装置と接続することを特徴としている。

【0026】このとき、無線端末装置と接続中の基地局装置の負荷状況が予め付与されたスループットに適さない状況になった場合には、無線端末装置から、周辺に存在する基地局装置に対してプローブ信号を送信し、そのプローブ信号に応じて基地局装置から送り返されてきた負荷状況と前記スループットとに基づいて、最適な負荷状況の基地局装置を選択・変更して無線端末装置と接続し直してもよい（請求項10）。

【0027】従って、無線端末装置が基地局装置との接続を行なう際に接続可能な基地局装置が複数存在する場合、無線端末装置は、負荷状況を送信してきた基地局装置の中から、その無線端末装置において必要とされるスループットを提供し得る基地局装置を選択して接続することができる（請求項5, 7, 9）。そして、無線端末装置と基地局装置とを接続して実際の通信開始後に、無線端末装置側で必要とされるスループットが変化した場合や、基地局装置側での負荷状況が変化した場合には、その変化に応じて、接続先の基地局装置を最適な負荷状況のものに選択・変更することもできる（請求項6, 8, 10）。

【0028】さらに、本発明の無線通信ネットワーク用基地局装置（請求項11）は、1以上の無線端末装置と無線通信を行なうものであって、無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワークでの負荷状況を検出する負荷状況検出部と、この負荷状況検出部により検出された負荷状況に応じてデータ衝突回避のためのバックオフ時間の最大値を動的に変更する変更部とをそなえたことを特徴としている。

【0029】本発明の無線通信ネットワーク用基地局装置（請求項12）は、1以上の無線端末装置と無線通信を行なうものであって、無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワークでの負荷状況を検出する負荷状況検出部と、この負荷状況検出部により検出された負荷状況に応じて伝送路の専有時間を確保するための制御フレームをフレーム送信時に付加するか否かを決定し、その制御フレームの付加状態を動的に変更する変更部とをそなえたことを特徴としている。

【0030】本発明の無線通信ネットワーク用基地局装置（請求項13）は、1以上の無線端末装置と無線通信を行なうものであって、無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワークでの負荷状況を検出する負荷状況検出部と、この負荷状況検出部により検出された負荷状況に応じてフレーム送信時の最大パケット長を動的に変更する変更部とをそなえたことを特徴としている。

【0031】また、本発明の無線通信ネットワークの通信制御方法（請求項14）は、1以上の無線端末装置と、無線端末装置と無線通信を行なう基地局装置とを有

してなる無線通信ネットワークに適用されるものであって、基地局装置が、無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワークでの負荷状況を検出し、その負荷状況に応じて、データ衝突回避のためのバックオフ時間の最大値を動的に変更することを特徴としている。

【0032】本発明の無線通信ネットワークの通信制御方法（請求項15）は、1以上の無線端末装置と、無線端末装置と無線通信を行なう基地局装置とを有してなる無線通信ネットワークに適用されるものであって、基地局装置が、無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワークでの負荷状況を検出し、その負荷状況に応じて、伝送路の専有時間を確保するための制御フレームを、フレーム送信時に付加するか否かを決定し、その制御フレームの付加状態を動的に変更することを特徴としている。

【0033】本発明の無線通信ネットワークの通信制御方法（請求項16）は、1以上の無線端末装置と、無線端末装置と無線通信を行なう基地局装置とを有してなる無線通信ネットワークに適用されるものであって、基地局装置が、無線端末装置とのデータ送受信中に無線通信ネットワークでの負荷状況を検出し、その負荷状況に応じて、フレーム送信時の最大パケット長を動的に変更することを特徴としている。

【0034】従って、データ送受信中に基地局装置と無線端末装置との間の負荷状況が監視され、その負荷状況に応じて、バックオフ時間の最大値や制御フレームの付加状態や最大パケット長が動的に変更されるので、負荷状況に対応した効率のよいデータ送受信が可能になる（請求項11～16）。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。まず、図3を参照しながら、本実施形態を適用される無線LAN（無線通信ネットワークシステム）の構成について説明する。図3は、無線エリア3が互いに重畳する複数（図中、3つ）の無線LAN（無線通信ネットワーク）10を示すブロック図であり、この図3に示す例では、有線ネットワーク4に接続された3つの無線基地局（無線通信ネットワーク用基地局装置）1により、それぞれ無線LAN10が形成されている。

【0036】これらの無線LAN10は、それぞれ、複数の端末局（無線端末装置）2をケーブルレスでネットワークと接続するシステムであり、各無線基地局1は、その無線エリア3内において、ビーコンと呼ばれる同期フレーム信号を定期的に放送発信することにより、各無線エリア3内に存在する複数の端末局2の制御を行なっている。つまり、各無線基地局1からの同期フレーム信号が届く範囲内が、各無線LAN10の無線エリア3と規定することができる。

【0037】従って、無線エリア3内に存在する端末局

2は、無線基地局1を経由して、有線ネットワーク4に接続された有線端末5や、無線エリア3内に存在する他の端末局2との通信を行なえるようになっている。なお、各端末局2は、例えばパーソナルコンピュータにより、データ通信を行なうデータ通信用移動端末として構成されている。

【0038】ところで、上述した無線基地局1は、例えば図4に示すようなハードウェア構成を有している。つまり、図4に示すように、無線基地局1は、MPU（MicroProcessor Unit）21、PCMCIA（Personal Computer Memory Card International Association）コントローラ22、LANコントローラ24、SRAM25、FLASH ROM26、DRAM27およびEPROM28をバス29により相互に接続して構成されている。

【0039】ここで、MPU21は、バス29を介して接続された各構成要素を制御するとともに、無線基地局1配下の端末局2（即ち、無線エリア3内に存在しこの無線基地局1と接続される端末局2）を管理するものである。PCMCIAコントローラ22は、無線通信部として機能する無線LANカード23に接続され、この無線LANカード23を制御するものである。なお、無線LANカード23は、図5にて後述するようなハードウェア構成を有しており、端末局2においては、同じ構成の無線LANカード23A（図5参照）が、無線通信部としてそなえられている。

【0040】LANコントローラ24は、有線ネットワーク4に接続され、この有線ネットワーク4と無線基地局1との間のインタフェースとして機能するものである。また、SRAM25、FLASH ROM26、DRAM27およびEPROM28は、プログラムやプログラム運用データ（例えば、無線基地局1と端末局2との接続情報、端末局2の管理情報等）や通信データなどを記憶するもので、記憶部20を構成している。

【0041】一方、端末局2は、例えばパーソナルコンピュータにPCMCIA規格の無線LANカード23A（図5参照）を接続することにより構成され、その無線LANカード23Aにより、無線基地局1との間でデータ送受信を行なえるようになっている。また、無線基地局1も、前述した無線LANカード23（図4参照）により、端末局2との間でデータ送受信を行なえるようになっている。

【0042】無線LANカード23、23A（無線基地局1および端末局2の無線通信部）は、例えば図5に示すようなハードウェア構成を有している。つまり、図5に示すように、無線LANカード23、23Aは、PCMCIAインタフェース31、MPU32、FLASH ROM33、DRAM34、LSI35、36、送受信部37およびアンテナ38を有して構成されている。

【0043】ここで、PCMCIAインタフェース3

10

20

30

40

50

1, MPU32, FLASH ROM33, DRAM34およびLSI35は、バス30により相互に接続され、アンテナ38を有する送受信部37は、LSI36を介してLSI35に接続されている。そして、PCMCIAインタフェース31は、無線LANカード23, 23Aに接続される処理部(無線基地局1ではPCMCIAコントローラ22/端末局2では図示省略のCPU等の処理部)とデータ、信号等のやり取りを行なうためのものである。

【0044】MPU32は、バス30を介して無線LANカード23, 23Aを統括的に制御するためのものであり、FLASH ROM33は、プログラム等を格納するものであり、DRAM34は、プログラム運用データや通信データ等を格納するものである。また、バス30に接続されたLSI35は、MAC(Media Access Control)制御部35a, タイマ35b, シリアルインタフェース35cおよび第1物理層制御部(PHY制御部)35dとしての機能を有している。MAC制御部35aは、無線回線を介してデータを送信する際のデータ送出順制御を行なうものであり、第1物理層制御部35dは、送信信号および受信信号についてのシリアル/パラレル変換処理を行なう物理層インタフェースとして機能する。

【0045】さらに、LSI36は、第2物理層制御部(PHY制御部)36aとしての機能を有しており、この第2物理層制御部36aは、送信信号および受信信号についての周波数変換処理を行なう物理層インタフェースとして機能する。そして、LSI36に接続された送受信部37は、アンテナ38を介して無線信号を送受するものである。

【0046】さて、本実施形態の無線基地局1および端末局2においては、上述したハードウェア構成により、それぞれ例えば図1および図2に示すような機能的構成が実現されている。まず、図1を参照しながら、本実施形態の無線基地局1の機能的構成について説明する。つまり、図1に示すように、本実施形態の無線基地局1は、周波数ホッピング制御部50, 同期フレーム送信処理部51, データ送信処理部52, データ受信処理部53, ACK送受信部54, RTS送受信部55, CTS送受信部56, プローブ信号送信処理部57, プローブ応答受信処理部58, 同期フレーム受信処理部59, プローブ信号受信処理部60, プローブ応答送信処理部61, 負荷状況設定部62, 送受信バイト数カウンタ63, 再送回数カウンタ64, 端末局再送回数カウンタ65, 平均データフレーム長カウンタ66, CW値設定部67およびRTS/CTS付加&最大パケット長設定部68としての機能を有している。

【0047】ここで、同期フレーム送信処理部51は、無線基地局1の無線エリア3内における端末局2を制御すべく、ビーコンと呼ばれる同期フレーム信号を無線エ

リア3内へ定期的に放送発信するものであり、この同期フレーム信号により、後述するごとく無線基地局1で設定された各種制御情報が各端末局2へ伝送されるようになっている。

【0048】データ送信処理部52は、端末局2に対するデータの送信処理を行なうものであり、データ受信処理部53は、端末局2からのデータの受信処理を行なうものである。ACK送受信部54は、受信確認通知信号(ACK)の送受信処理を行なうもので、データ受信処理部53により端末局2からのデータ受信を完了した場合にデータ送り元の端末局2に対して受信確認通知信号(ACK)を送信する一方、データ送信処理部52により端末局2に対してデータ送信を行なった際にデータ送り先の端末局2からの受信確認通知信号(ACK)を受信するものである。

【0049】RTS送受信部55は、制御フレームとしてのRTS(Request To Send)フレームの送受信処理を行なうもので、端末局2に対するデータ送信時に予め伝送路の専有時間を確保すべくデータ送り先の端末局2に対してRTSフレームを送信する一方、端末局2からのRTSフレームを受信するものである。つまり、RTS送受信部55は、データ送信処理部52により端末局2へのデータ送信を行なうのに先立ってRTSフレームの送信処理を行なう。

【0050】CTS送受信部56は、制御フレームとしてのCTS(Clear To Send)フレームの送受信処理を行なうもので、端末局2からのRTSフレームに応じて伝送路の専有時間を確保した場合にその端末局2に対してCTSフレームを送信する一方、端末局2からのCTSフレームを受信するものである。このCTS送受信部56によってCTSフレームが受信されると、データ送信処理部52により端末局2に対するデータ送信が開始されるようになっている。

【0051】なお、本実施形態において、RTSフレームやCTSフレームの付加送信を行なうか否かについては、後述するRTS/CTS付加&最大パケット長設定部68の機能により設定される。プローブ信号送信処理部57は、後述する探索部50aからの指示を受けて、無線基地局1の起動時に、周辺における他の無線LAN10の稼働状況をスキャンすべく、その無線エリア3内にプローブ信号を発信するものであり、プローブ応答受信処理部58は、プローブ信号送信処理部57により発信したプローブ信号に応じて、他の無線LAN10を成す無線基地局1から送信されてきたプローブ応答(プローブレスポンス信号)を受信するものである。

【0052】プローブ応答には、その無線基地局1が既に設定している周波数ホッピング(FH)のパターンおよび時刻に関する情報が含まれている。なお、図1においては図示を省略しているが、本実施形態の無線基地局1には、他の無線基地局1からのプローブ信号を受信し

15

た際に、設定済のFHのパターンおよび時刻に関する情報を含むプローブ応答を送信する機能もそなえられている。

【0053】同期フレーム受信処理部59は、無線基地局1の通常運用中に他の無線基地局1から送信されてくる同期フレーム信号（ビーコン）を受信するものである。そして、周波数ホッピング制御部（FH制御部）50は、図6および図7に示すフローチャートに従って動作し、自局における周波数ホッピングのタイミングおよび時刻を制御するためのもので、探索部50a、周波数ホッピング選択・設定部50b、タイマ50cおよびタイミング調整部50dを有して構成されている。

【0054】探索部50aは、無線基地局1の起動による無線LAN10の立ち上げ時に、周辺における他の無線LAN10の有無を探索すべく、プローブ信号送信処理部57にプローブ信号を発信させるとともに、そのプローブ信号の発信に応じてプローブ応答受信処理部58により他の無線基地局1からプローブ応答を受信した場合（他の無線LAN10が周辺に存在する場合）に、そのプローブ応答から他の無線LAN10（無線基地局1）におけるFHのパターンおよび時刻を得るものである。

【0055】周波数ホッピング選択・設定部（FH選択・設定部）50bは、探索部50aにより得られた他の無線LAN10におけるFHパターンを自局のFHのパターンとして選択するとともに、探索部50aにより得られたFHの時刻に基づいて当該パターンによるFHが他の無線LAN10におけるFHとの間で周波数干渉を起こさないタイミングを選択し、選択したタイミングで前記パターンのFHを実行させるべく、選択したタイミングに応じた時刻をタイマ50cに設定するものである。

【0056】このFH選択・設定部50bにより選択・設定されたFHのパターンおよびタイマ50cに設定された時刻は、同期フレーム送信処理部51により同期フレーム信号内に制御情報として付与され、その同期フレーム信号の送信により各端末局2へ通知されるようになっている。従って、同期フレーム信号を受信した各端末局2では、その同期フレーム信号を解析してFHのパターンおよび時刻を読み出し、無線基地局1と同期したFHを実行することにより、無線基地局1との通信が行なわれるようになっている。

【0057】タイマ50cは、前述のごとくFH選択・設定部50bによりFHの時刻を設定されるもので、このタイマ50cにより指し示される時刻に応じた周波数帯域のチャンネルが順次選択されてFHが実行されるようになっている。例えば1チャンネル400msec毎に23チャンネルを所定のFHパターンで一巡してFHを行なう場合、タイマ50cは、0から計時を開始し、400msec×23=9200msecまで計時すると再び0から計時を

16

開始し直すもので、タイマ50cが、0～400msecを指し示している時には、所定のFHパターンのうちの1番目のチャンネルが選択され、400～800msecを指し示している時には2番目のチャンネルが選択され、以下同様に、3～22番目のチャンネルが選択され、8800～9200msecを指し示している時には23番目のチャンネルが選択されようになっている。

【0058】FH時刻は、このタイマ50cが指し示す時刻（タイマ値）であり、例えば、他の無線基地局1のFH時刻が200msecの時に自局のFH時刻として1000msecをタイマ50cに設定すると、他の無線基地局1と自局とでは、800msecの時刻差つまり2チャンネル分のタイミングずれを生じた状態で、全く同じFHパターンの周波数ホッピングが併行して実行されることになる。

【0059】タイミング調整部50dは、無線基地局1の通常運用中に、同期フレーム受信処理部59により他の無線基地局1からの同期フレーム信号（ビーコン）を受信した場合、その同期フレーム信号からFHのパターンおよび時刻を得て、同一パターンの場合には、その時刻（タイマ値）に応じてタイマ50cの値を変更することにより、他の無線LAN10におけるFHに対する自局のFHのタイミングを調整するもので、このように周辺の他の無線基地局1との間でタイマ50cの値を補正し合うことにより、後述するごとく長時間のネットワーク運用時の周波数干渉の発生を回避している。

【0060】また、プローブ信号受信処理部60は、通常運用中に、自局の無線エリア3内の端末局2からのプローブ信号を受信するものであり、プローブ応答送信処理部（負荷状況送信部）61は、プローブ信号受信処理部60により端末局2からプローブ信号を受信すると、後述する負荷状況設定部62に設定されている負荷状況を、プローブ信号送り元の端末局2に対してプローブ応答として送信するものである。

【0061】そして、負荷状況設定部（負荷状況送信部）62は、無線基地局1が管理している無線LAN10の負荷状況〔例えば、①伝送路性能に対して負荷の高い端末数、②単位時間当たりの送受信バイト数（後述する送受信バイト数カウンタ63により計数される値）など〕を、プローブ応答送信処理部61により送信するプローブ応答に情報として設定するものである。

【0062】一方、送受信バイト数カウンタ（負荷状況検出部）63は、無線基地局1での単位時間当たりの送受信バイト数を、無線LAN10での負荷状況として計数するものである。再送回数カウンタ（負荷状況検出部）64は、無線基地局1から各端末局2に対する、単位時間当たりの再送回数（データ送信時に衝突が発生したために再送を行なった回数）を、無線LAN10での負荷状況として計数するものである。

【0063】端末局再送回数カウンタ（負荷状況検出

17

部) 65は、端末局2からの受信データ中に情報として含まれる、単位時間当たりの再送回数(端末局2がそのデータを送信できるまでに行なった再送の回数)を、無線LAN10での負荷状況として計数するものである。平均データフレーム長カウンタ66は、端末局2との間で送受信されているデータフレーム長の平均値を計数するものである。

【0064】そして、CW値設定部(変更部)67は、図9に示すフローチャートに従って動作するもので、送受信バイト数カウンタ63により計数された単位時間当たりの送受信バイト数と、再送回数カウンタ64により計数された単位時間当たりの再送回数と、端末局再送回数カウンタ65により計数された端末局2からの単位時間当たりの再送回数とに応じて、データ衝突回避のためのバックオフ時間の最大値となるCW(コンテンション・ウィンドウ)の幅を動的に変更するものである。

【0065】なお、バックオフ時間は、データ送信時に衝突が生じた際に、次にデータ再送を行なうまでの間の待機時間であり、本実施形態では、図9を参照しながら後述すると、送受信バイト数や再送回数(コリジョン/コンテンション発生数)等に応じて、CW値をダイナミックに変更することにより、衝突の少ないフレーム間隔を設定することができるようになっている。また、CW値設定部67により設定されたCW値は、データ送信処理部52に再送時の制御情報として伝えられるとともに、同期フレーム送信処理部51により同期フレーム信号内に制御情報として付与され、その同期フレーム信号の送信により各端末局2へ通知されるようになっている。

【0066】RTS/CTS付加&最大パケット長設定部(変更部)68は、図10に示すフローチャートに従って動作するもので、RTS/CTSフレームの付加状態を設定変更する機能①と、最大パケット長を設定変更する機能②とを有している。機能①は、再送回数カウンタ64や端末局再送回数カウンタ65による計数結果に基づいて得られる再送発生率と、平均データフレーム長カウンタ66により計数された平均データフレーム長とに基づいて、RTS/CTSフレームをフレーム送信時に付加した場合としない場合とでどちらの方が送信性能が良くなるかを判断してRTS/CTSフレーム使用/不使用を決定し、その使用状態(付加状態)を動的に変更する機能である。なお、送信性能の判断基準については、図11を参照しながら後述する。

【0067】また、機能②は、再送回数カウンタ64や端末局再送回数カウンタ65により計数された再送回数(コリジョン/コンテンション発生数等)に応じて、フレーム送信時の最大パケット長を動的に変更するものである。その基本的な変更基準によれば、再送回数が多い場合(衝突発生回数が多い場合)には、最大パケット長を短く設定しデータをフラグメント化しながらデータ送

18

信を行なう一方、再送回数が少ない場合(衝突発生回数が少ない場合)には、最大パケット長を長く設定するようになっている。

【0068】なお、RTS/CTS付加&最大パケット長設定部68により設定された、RTS/CTSフレームを付加するか否かの情報と最大パケット長とは、データ送信処理部52にデータ送信時の制御情報として伝えられるとともに、同期フレーム送信処理部51により同期フレーム信号内に制御情報として付与され、その同期フレーム信号の送信により各端末局2へ通知されるようになっている。

【0069】次に、図2を参照しながら、本実施形態の端末局2の機能的な構成について説明する。つまり、図2に示すように、本実施形態の端末局2は、同期フレーム受信処理部70、同期フレーム解析処理部71、データ送信処理部72、データ受信処理部73、ACK送受信部74、RTS送受信部75、CTS送受信部76、プローブ信号送信処理部77、プローブ応答受信処理部78、スループット記憶部79および基地局選択部80としての機能を有している。

【0070】ここで、同期フレーム受信処理部70は、無線基地局1からの同期フレーム信号(ビーコン)の受信処理を行なうものであり、この同期フレーム受信処理部70により受信された同期フレーム信号は同期フレーム解析処理部71により解析され、その同期フレーム信号内に含まれる前述した各種制御情報が読み出され、その制御情報が端末局2での制御に用いられるようになっている。

【0071】データ送信処理部72は、無線基地局1に対するデータの送信処理を行なうものであり、データ受信処理部73は、無線基地局1からのデータの受信処理を行なうものである。ACK送受信部74は、受信確認通知信号(ACK)の送受信処理を行なうもので、データ受信処理部73により無線基地局1からのデータ受信を完了した場合にデータ送り元の無線基地局1に対して受信確認通知信号(ACK)を送信する一方、データ送信処理部72により無線基地局1に対してデータ送信を行なった際にデータ送り先の無線基地局1からの受信確認通知信号(ACK)を受信するものである。

【0072】RTS送受信部75は、制御フレームとしてのRTS(Request To Send)フレームの送受信処理を行なうもので、無線基地局1に対するデータ送信時に予め伝送路の専有時間を確保すべくデータ送り先の無線基地局1に対してRTSフレームを送信する一方、無線基地局1からのRTSフレームを受信するものである。つまり、RTS送受信部75は、データ送信処理部72により無線基地局1へのデータ送信を行なうのに先立ってRTSフレームの送信処理を行なう。

【0073】CTS送受信部76は、制御フレームとしてのCTS(Clear To Send)フレームの送受信処理を行

19

なうもので、無線基地局1からのRTSフレームに応じて伝送路の専有時間を確保した場合に無線基地局1に対してCTSフレームを送信する一方、無線基地局1からのCTSフレームを受信するものである。このCTS送受信部76によってCTSフレームが受信されると、データ送信処理部72により無線基地局1に対するデータ送信が開始されるようになっている。

【0074】なお、前述した通り、RTSフレームやCTSフレームの付加送信を行なうか否かについては、同期フレーム信号内に制御情報として付与されている、RTS/CTS付加情報により決定される。プローブ信号送信処理部77は、端末局2が無線基地局1との接続を行なうのに先立って、周辺に存在する無線基地局1を探索すべくプローブ信号を送信するものである。

【0075】プローブ応答受信処理部78は、プローブ信号送信処理部77により発信したプローブ信号に応じて、周辺に存在する無線基地局1から送信されてきたプローブ応答を受信するものである。そのプローブ応答には、前述した通り、無線基地局1の負荷状況設定部62により、無線LAN10の負荷状況（例えば①高負荷の接続端末数や②単位時間当たりの送受信バイト数など）が設定されている。

【0076】また、スループット記憶部79は、その端末局2が必要とする、用途（アプリケーション）に応じたスループットを予め付与され、情報として記憶するものである。そして、基地局選択部80は、プローブ応答受信処理部78により受信されたプローブ応答中の負荷状況と、スループット記憶部79に記憶されている端末局2で必要なスループットとに基づいて、最適な負荷状況の無線基地局1を選択して接続するものである。つまり、端末局2は、基地局選択部80の機能により、プローブ応答のあった無線基地局1の中から自分の必要とするスループットを提供し得るものを選択し、その無線基地局1と接続されるようになっている。

【0077】また、本実施形態の基地局選択部80は、接続中の無線基地局1の負荷状況がスループット記憶部79に記憶されているスループットに適さない状況になった場合に、プローブ信号送信部77により送信したプローブ信号に応じて無線基地局1から送り返されてきた負荷状況と、スループット記憶部79に記憶されているスループットとに基づいて、最適な負荷状況の無線基地局1を自動的に選択・変更して接続し直す機能も有している。

【0078】さて、次に、図6～図11を参照しながら、上述のごとく構成された本実施形態の無線基地局1および端末局2の動作について、項目〔1〕～〔5〕に分けて説明する。

〔1〕ホッピングパターン／タイミング決定動作
まず、図6に示すフローチャート（ステップS1～S7）に従って、本実施形態の無線基地局1におけるホッ

20

ピングパターン／タイミング決定動作について説明する。

【0079】無線基地局1の起動による無線LAN10の立ち上げ時には、通常、端末局2が無線基地局1との接続時にプローブ信号を発信して周辺の無線基地局1を探索すると同様にして、無線基地局1は、周辺に存在する他の無線LAN10（他の無線基地局1）を探索する（ステップS1）。その際、探索部50aが、プローブ信号送信処理部57にプローブ信号を発信させる。

【0080】そして、そのプローブ信号に応じてプローブ応答受信処理部58により他の無線基地局1からプローブ応答を受信したか否かに基づいて、周辺に無線基地局1が存在するか否かが判断される（ステップS2）。他の無線基地局1からのプローブ応答を受信しなかった場合（ステップS2でNO判定の場合）、他の無線LAN10との間で周波数干渉を起こす可能性が無いので、FH選択・設定部50bは、ホッピングパターンを任意に選択するとともに（ステップS6）、タイマ50cに任意の時刻（タイマ値）を設定してから（ステップS7）、周波数ホッピング（FH）を開始する（ステップS5）。

【0081】これに対し、他の無線基地局1からのプローブ応答を受信した場合（ステップS2でYES判定の場合）、探索部50aは、受信したプローブ応答から他の無線LAN10（無線基地局1）におけるFHのパターンおよび時刻（タイマ値）を得て、FH選択・設定部50bは、そのFHパターンと全く同一のものを自局のFHパターンとして選択するとともに（ステップS3）、タイマ50cの値を、プローブ応答から得られたタイマ値（時刻）に一致しない値（例えば800msec以上ずれた値）に設定してから（ステップS4）、周波数ホッピング（FH）を開始する（ステップS5）。

【0082】タイマ50cの値を上述のように設定することにより、当該パターンによるFHが他の無線LAN10におけるFHとの間で周波数干渉を起こさないタイミングが選択される。上述のように、ステップS3、S4、S6、S7で選択／設定されたパターンやタイマ値は、同期フレーム送信処理部51により同期フレーム信号内に制御情報として付与されて各端末局2へ通知され、同期フレーム信号を受信した各端末局2では、そのFHのパターンおよびタイマ値に応じて無線基地局1と同期したFHを行なって、無線基地局1との通信が行なわれる。

【0083】このようにして、図3に示すごとく、周辺に他の無線LAN10が存在する場合、全く同じパターンの周波数ホッピングが、ホッピングタイミングをずらして実行されることになるので、自局の無線LAN10の周波数ホッピングと他の無線LAN10の周波数ホッピングとが周波数干渉が起こすことを積極的に回避でき、周波数干渉によるスループットの低下を確実に回避

することができる。

【0084】従って、相互に可干渉なネットワーク（無線LAN10）が複数隣接する状況で、各無線LAN10に対し電波的に最大限のスループットを提供することができる。なお、周辺に存在する無線基地局1の探索を行なった結果、周辺に複数の無線基地局1が存在し異なる複数のホッピングパターンが使用されていた場合には、受信した複数のプローブ応答の中から最も影響を受けやすい（即ち受信フレームの受信強度の最も強い）無線基地局1を選択し、そのホッピングパターンおよび時刻を参照して、自局のホッピングパターンおよび時刻（タイマ値）の設定を行なう。

【0085】〔2〕ホッピングタイミング補正動作
図7に示すフローチャート（ステップS11～S16）に従って、本実施形態の無線基地局1におけるホッピングタイミング補正動作について説明する。図6にて説明した手順によりFHを開始した後は、前述したようにタイマ50cの指し示す値（時刻）に従って400msec毎にチャネル変更（つまり周波数ホッピング）が行なわれるが、長時間連続使用していると、周辺の無線基地局1との間で、タイマ50c個々の性能誤差により、ホッピングタイミングが次第にずれ、そのまま放置しておくと、周波数の相互干渉を起こしてスループットの低下を招く可能性がある。

【0086】このようなタイマ50cの誤差の累積による相互干渉回避するため、本実施形態では、タイミング調整部50dの機能により、図7に示すようなホッピングタイミング補正動作を行なっている。無線基地局1の通常運用中に、受信したフレームが他の無線基地局1からの同期フレーム信号であるか否か、即ち、同期フレーム受信処理部59により他の無線基地局1からの同期フレーム信号を受信したか否かを判断する（ステップS11）。同期フレーム信号を受信した場合（YES判定の場合）、タイミング調整部50dは、その同期フレーム信号に含まれる制御情報を参照し、同じホッピングパターンを使用しているか否かを判断する（ステップS12）。

【0087】同じホッピングパターンを使用しているものと判断した場合（YES判定の場合）、タイミング調整部50dは、受信した同期フレーム信号無いのタイマ値 t_1 と、自局のタイマ50cの値 t_0 とを比較し、 $t_1 > t_0$ であるか否かを判定する（ステップS13）。 $t_1 > t_0$ であると判定した場合（YES判定の場合）、自局のタイマ50cを戻すことにより、その値を、受信したタイマ値と所定値（例えば800msec）以上の差が生じるように小さく設定する一方（ステップS14）、 $t_1 \leq t_0$ であると判定した場合（NO判定の場合）、自局のタイマ50cを進めることにより、その値を、受信したタイマ値と所定値（例えば800msec）以上の差が生じるように大きく設定する（ステップS1

5）。

【0088】そして、同期フレーム送信処理部51により次の同期フレーム信号を送信する際に、ステップS14、S15で設定された新しいタイマ値を、その同期フレーム信号無いに制御情報として設定することにより、無線基地局1と接続されている各端末局2におけるFH用のタイマ値を補正する（ステップS16）。このようにして、周辺の他の無線基地局1との間でタイマ50cの値を補正し合うことにより、長時間のネットワーク運用に伴うタイマ50cの経時的な変化によって、自局の無線LAN10の周波数ホッピングと他の無線LAN10の周波数ホッピングとの間隔が徐々に近づいて周波数干渉が発生するのを回避でき、より確実に周波数干渉によるスループットの低下を回避することができる。

【0089】〔3〕無線基地局選択動作

図8に示すフローチャート（ステップS21～S27）に従って、本実施形態の端末局2の無線基地局選択動作について説明する。ところで、各端末局2は、その用途（アプリケーション）によって、スループットの量やデータの集中度が異なるため、図3に示すように複数の無線基地局1を選択可能な状況であれば、端末局2毎の情報によって接続先の無線基地局1を選択することによって、ネットワーク全体のスループットを改善することができる。

【0090】そこで、本実施形態の端末局2では、基地局選択部80の機能により、図8に示すような無線基地局1の選択動作を行なっている。端末局2をネットワークに組み込む際には、その端末局2が使用するネットワークアプリケーションに基づいて、その端末局2で必要とされるスループットを推測してスループット記憶部79に記憶させておく。

【0091】そして、端末局2が無線基地局1との接続を行なう際には、通常、プローブ信号送信処理部77により周辺の無線基地局1に対してプローブ信号を送信し、無線基地局1からのプローブ応答をプローブ応答受信処理部78により受信することで、周辺に存在する無線基地局1の探索を行なう（ステップS21）。このとき、プローブ信号を受信した無線基地局1は、プローブ応答送信処理部61により、負荷状況設定部62にて設定された負荷状況を、プローブ応答としてプローブ信号送り元の端末局2へ送り返す。従って、無線基地局1からのプローブ応答には、各無線基地局1が管理する無線LAN10の負荷状況が含まれている。

【0092】このようなプローブ応答を複数の無線基地局1から受信した端末局2では、これらの無線基地局1の負荷状況（①伝送路性能に対して負荷の高い端末数、②単位時間当たりの送受信バイト数）をリストにしてから（ステップS22）、そのリストを参照しながら、スループット記憶部79に記憶されている必要なスループットに基づいて、自局にとって最適な負荷状況の無線基

地局1を選択する(ステップS23)。

【0093】この後、選択した無線基地局1との接続を行ない(ステップS24)、接続に成功した場合(ステップS25でYES判定の場合)には、通信開始する一方(ステップS27)、接続に失敗した場合(ステップS25でNO判定の場合)には、リストから次の候補を選択し(ステップS26)、その無線基地局との接続を行なう(ステップS24)。

【0094】例えばネットワークドライブの使用等により高いスループットを要求する端末局2の場合、負荷状況の①高負荷の接続端末数が少ない無線基地局1を選択して接続し、高負荷を要求する端末局2どうしによる伝送路の取り合いを緩和する。一方、必ずしも恒常的に高いスループットを必要としない端末局2(電子メールやテキストの送受信のみを行なう端末局2)については、負荷状況の②送受信バイト数が多い無線基地局1(つまり高負荷の接続端末数の少ない無線基地局1)を選択して接続することにより、無線LAN10全体のスループットを向上させる。

【0095】上述のようにして無線基地局1と端末局2との接続を行ない実際の通信開始後には、例えば、無線基地局1の管理する無線LAN10の負荷状況(単位時間当たりのコリジョン/コンテンション発生数等)が変化したり、端末局2の用途が変更されて必要とするスループットが通信途中で変わったりすることにより、端末局2と接続中の無線基地局1が、端末局2から要求されるスループットを満足しなくなる場合がある。

【0096】このような場合、本実施形態では、再度、プローブ送信から再開し、図8に示す手順を行なって、最適な負荷状況の無線基地局1を、自動的に選択・変更して接続し直す。これにより、負荷状況や必要スループットの変動が生じる都度、自局の必要とするスループットを獲得でき、多くのスループットを必要としなくなった場合には、不要のスループットを解放することができる。

【0097】従って、図3に示すごとく端末局2と接続可能な無線基地局1が複数存在する場合、端末局2は、負荷状況を送信してきた無線基地局1の中から、その端末局2において必要とされるスループットを提供し得る無線基地局1を選択して接続するので、必要とされるスループットを確保できるとともに適切な負荷分散を実現でき、無線LAN10全体のスループットを大幅に改善することができ、効率のよいシステム運用が可能になる。

【0098】〔4〕CW値変更動作

本実施形態では、この項目〔4〕のCW値変更動作と、後述の項目〔5〕のRTS/CTS付加&最大パケット長の変更動作とにより、単独の無線LAN10内において、最大限のスループットを確保している。まず、図9に示すフローチャート(ステップS31～S38)に従

って、本実施形態の無線基地局1におけるCW値変更動作について説明する。

【0099】本実施形態の無線基地局1では、その動作中、送受信バイト数カウンタ63により、無線基地局1での単位時間当たりの送受信バイト数をカウントし(ステップS31)、再送回数カウンタ64により、無線基地局1から各端末局2に対する、単位時間当たりの再送回数(コリジョン発生数)をカウントし(ステップS32)、端末局再送回数カウンタ65により、端末局2からのフレーム再送回数(端末局2は再送フレーム内にその再送回数情報を設定することにより無線基地局1に通知する)をカウントする(ステップS33)。

【0100】そして、CW値設定部67は、これらのカウンタ63～65により得られたカウント値に基づいて、伝送路が混み合っているか否かを判断して、CW値の設定変更を行なう。つまり、まず、再送回数カウンタ64により計数された再送回数がしきい値を超えているか否かを判定し(ステップS34)、超えている場合(YES判定の場合)、CW値を大きく設定変更し、そのCW値の変更を端末局2に対し同期フレーム信号により通知する(ステップS35)。

【0101】再送回数がしきい値を超えていない場合(ステップS34でNO判定の場合)、端末局2からの再送回数がしきい値を超えているか否かを判定し(ステップS36)、超えている場合(YES判定の場合)、CW値を大きく設定変更し、そのCW値の変更を端末局2に対し同期フレーム信号により通知する(ステップS35)。

【0102】端末局2からの再送回数がしきい値がしきい値を超えていない場合(ステップS36でNO判定の場合)、送受信バイト数がしきい値よりも小さいか否かを判定し(ステップS37)、しきい値よりも小さい場合(YES判定の場合)、伝送路は混み合っていないものと判断し、CW値を小さく設定変更し、そのCW値の変更を端末局2に対し同期フレーム信号により通知する(ステップS38)。ステップS37でNO判定の場合(送受信バイト数がしきい値以上である場合)には、CW値の変更を行なうことなく処理を終了する。

【0103】上述の処理を繰り返し行なうことにより、CW値設定部67において伝送路が混み合っていると判断された場合には、データ再送時に設定されるバックオフ時間に対応するCWの初期値を大きくするように、定期送信している同期フレーム信号によって各端末局2へ通知する。これにより、フレームのコリジョン発生確率が小さくなり、低下したスループットを向上させることができる。その後、送受信バイト数や再送回数を監視し、伝送路が空いてきたと判断した場合(ステップS37でYES判定となった場合)、CW値を元に戻すことにより、平均のフレーム間隔を短くし、初期のスループットに回復させることができる。

【0104】このように、送受信バイト数や再送回数等に応じて、CW値をダイナミックに変更することにより、衝突の少ないフレーム間隔を設定することができ、負荷状況に対応した効率のよいデータ送受信が可能になり、稼働中の無線LAN10のスループットを最大限に発揮することができる。

【5】RTS/CTS付加&最大パケット長の変更動作
図10に示すフローチャート(ステップS41~S52)に従って、本実施形態の無線基地局1におけるRTS/CTS付加&最大パケット長の変更動作について説明する。

【0105】図9により前述したCW値の変更動作と同様、本実施形態のRTS/CTS付加&最大パケット長設定部68は、負荷の程度(再送/フレーム受信数)に応じて、フレーム送信の際のRTS/CTSフレームの付加状態と最大パケット長とをダイナミックに変更することにより、コリジョン発生時のロスとRTS/CTSフレーム長のロスとを調整し、単独の無線LAN10内において、最大限のスループットを確保している。

【0106】つまり、図10に示すように、RTS/CTS付加&最大パケット長設定部68では、まず、再送回数カウンタ64および端末局再送回数カウンタ65により再送が発生しているか否かを判定し(ステップS41)、発生している場合(YES判定の場合)、現在、フレーム送信に際してRTS/CTSフレームの付加を行なっているか否かを判定する(ステップS42)。

【0107】RTS/CTSフレームを使用していない場合(ステップS42でNO判定の場合)、平均データフレーム長をカウンタ66によりカウントし(ステップS43)、その平均データフレーム長と、再送回数カウンタ64および端末局再送回数カウンタ65の計数結果から得られる再送発生率とを判定し(ステップS44)、RTS/CTSフレームを使用してフレーム送信を行なった方がよいかどうかを判断する(ステップS45)。

【0108】このステップS45では、再送発生率および平均データフレーム長に基づいて、RTS/CTSフレームをフレーム送信時に付加した場合としない場合とでどちらの方が送信性能が良くなるかを判断してRTS/CTSフレーム使用/不使用を決定している。その送信性能の判断基準について、図11を参照しながら説明する。

【0109】図11は、RTS/CTSフレームの有無と送信データ長との関係を示すもので、この図11において、T1はRTS/CTSフレームの交換時間、T2はデータフレーム(DATA)の送信時間で、RTS/CTSフレームを使用しない時のコリジョン検出時間に対応している。また、T3はRTS/CTSフレーム使用時におけるコリジョン検出時間である。なお、SIFSはショートインターフレームスペース、ACKは受信確認

通知信号である。

【0110】図11に示すようなフレームを1つ送信する際のコリジョン発生回数をN回とすると、RTS/CTSフレーム未使用時の1フレーム送信に要する平均時間は、 $(N+1) \times T2$ となり、RTS/CTS使用時の1フレーム送信に要する平均時間は、 $N \times T3 + (T1 + T2)$ となる。従って、1フレームの送信に対する再送回数N回の時に、RTS/CTSフレームを使用した方が送信性能が良くなる場合は、

$$N \times T3 + (T1 + T2) < (N+1) \times T2$$

の時、即ち、

$$(T2 - T3) \times N > T1$$

を満たす場合である。ただし、T1、T3は固定値とする。

【0111】さて、上述した判断基準に基づきステップS45でRTS/CTSフレームを使用した方がよいと判断された場合(YES判定の場合)、データ送信時にRTS/CTSフレームを使用することとし、その旨を同期フレーム信号により各端末局2に通知する(ステップS46)。ステップS45でRTS/CTSフレームを使用しない方がよいと判断された場合(NO判定の場合)、現在、データをフラグメント化しながら送信しているか否かを判断し(ステップS47)、フラグメント化している場合(YES判定の場合)、最大パケット長を大きくしてRTS/CTSフレームを使用した方がよいかどうかを判断する(ステップS48)。

【0112】ステップS48でYES判定となった場合には、最大パケット長を大きく設定変更し、RTS/CTSフレームを使用することとし、その旨を同期フレーム信号により各端末局2に通知する(ステップS49)。また、ステップS47またはS48でNO判定となった場合には、データ送信時にはRTS/CTSフレームは使用しないこととし、その旨を同期フレーム信号により各端末局2に通知する(ステップS50)。

【0113】一方、ステップS41で再送が発生していないと判定した場合(NO判定の場合)には、前述したステップS47へ移行する。また、ステップS42でRTS/CTSフレームを使用していると判定した場合(YES判定の場合)には、データをフラグメント化しながら送信しているか否かを判断する(ステップS51)。

【0114】そして、ステップS51でデータをフラグメント化しながら送信していると判定した場合(YES判定の場合)には、変更を行なうことなくそのまま処理を終了する。また、ステップS51でデータをフラグメント化しながら送信していないと判定した場合(NO判定の場合)には、最大パケット長を小さくすることとし、その旨を同期フレーム信号により各端末局2に通知する(ステップS52)。

【0115】このようにして、本実施形態では、再送発

27

生率および平均データフレーム長に基づいて、送信性能が向上するように、RTS/CTSフレームの使用/不使用や最大パケット長が決定されダイナミックに変更されるので、負荷状況に対応した効率のよいデータ送受信が可能になり、稼働中の無線LAN10のスループットを最大限に発揮することができる。

【0116】なお、上述した実施形態では、無線通信ネットワークが無線LANである場合について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、その他の無線通信ネットワークにも同様に適用され、上述した実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0117】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の無線通信ネットワーク用基地局装置、無線通信ネットワークの通信制御方法、無線通信ネットワークシステムおよび無線端末装置によれば、以下のような効果ないし利点を得ることができる。

(1) 周辺に他の無線通信ネットワークが存在する場合、全く同じパターンの周波数ホッピングが適当な間隔(タイミング)をあけ併行して実行されるので、自局の無線通信ネットワークの周波数ホッピングと他の無線通信ネットワークの周波数ホッピングとが周波数干渉が起こすことが積極的に回避され、周波数干渉によるスループットの低下を確実に回避することができる(請求項1, 3)。

【0118】(2) 通常運用中に他の無線通信ネットワークにおける周波数ホッピングに対する自局の周波数ホッピングのタイミングを調整できるので、長時間の運用に伴う経時的な変化によって自局の無線通信ネットワークの周波数ホッピングと他の無線通信ネットワークの周波数ホッピングとの間隔が近づき周波数干渉が発生することも、確実に回避することができる(請求項2, 4)。

【0119】(3) 無線端末装置が基地局装置との接続を行なう際に接続可能な基地局装置が複数存在する場合、無線端末装置は、負荷状況を送信してきた基地局装置の中から、その無線端末装置において必要とされるスループットを提供し得る基地局装置を選択して接続できるので、必要とされるスループットを確保でき、無線通信ネットワーク全体のスループットを大幅に改善することができる(請求項5, 7, 9)。

【0120】(4) 無線端末装置と基地局装置とを接続して実際の通信開始後に、無線端末装置側で必要とされるスループットが変化した場合や、基地局装置側での負荷状況が変化した場合にも、その変化に応じて、接続先の基地局装置を最適な負荷状況のものに選択・変更できるので、常に、無線通信ネットワーク全体のスループットを考慮し、効率のよいシステム運用が可能になる(請求項6, 8, 10)。

【0121】(5) データ送受信中に基地局装置と無線

28

端末装置との間の伝送路での負荷状況が監視され、その負荷状況に応じて、バックオフ時間の最大値や制御フレームの付加状態や最大パケット長が動的に変更されるので、負荷状況に対応した効率のよいデータ送受信が可能になり、稼働中の無線通信ネットワークのスループットを最大限に発揮することができる(請求項11~16)。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態としての無線通信ネットワーク用基地局装置(無線基地局)の機能的な構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態としての無線端末装置(端末局)の機能的な構成を示すブロック図である。

【図3】無線エリアが相互に重畳する複数の無線LANを示すブロック図である。

【図4】本実施形態における無線基地局のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図5】本実施形態における無線LANカード(無線基地局および端末局の無線通信部)のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図6】本実施形態の無線基地局の動作(ホッピングパターン/タイミング決定動作)を説明するためのフローチャートである。

【図7】本実施形態の無線基地局の動作(ホッピングタイミング補正動作)を説明するためのフローチャートである。

【図8】本実施形態の端末局の動作(無線基地局選択動作)を説明するためのフローチャートである。

【図9】本実施形態の無線基地局の動作(CW値変更動作)を説明するためのフローチャートである。

【図10】本実施形態の無線基地局の動作(RTS/CTS付加&最大パケット長の変更動作)を説明するためのフローチャートである。

【図11】本実施形態の無線基地局の動作(RTS/CTS付加判定基準)を説明するための図である。

【図12】無線LANを適用した通信システムを示すブロック図である。

【図13】拡散スペクトラム方式について説明するための図である。

【図14】無線エリアが相互に重畳する複数の無線LANの例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 無線基地局(無線通信ネットワーク用基地局装置)
- 2 端末局(無線端末装置)
- 3 無線エリア
- 4 有線ネットワーク
- 10 無線LAN(無線通信ネットワーク)
- 20 記憶部
- 21, 32 MPU
- 22 PCMCIAコントローラ

29

- 23, 23A 無線LANカード
- 24 LANコントローラ
- 25 SRAM
- 26, 33 FLASH ROM
- 27, 34 DRAM
- 28 EPROM
- 29, 30 バス
- 31 PCMCIAインタフェース
- 35, 36 LSI
- 35a MAC制御部
- 35b タイマ
- 35c シリアルインタフェース
- 35d 第1物理層制御部 (PHY制御部)
- 36a 第2物理層制御部 (PHY制御部)
- 37 送受信部
- 38 アンテナ
- 50 周波数ホッピング制御部 (FH制御部)
- 50a 探索部
- 50b 周波数ホッピング選択・設定部
- 50c タイマ
- 50d タイミング調整部
- 51 同期フレーム送信処理部
- 52 データ送信処理部
- 53 データ受信処理部
- 54 ACK送受信部
- 55 RTS送受信部

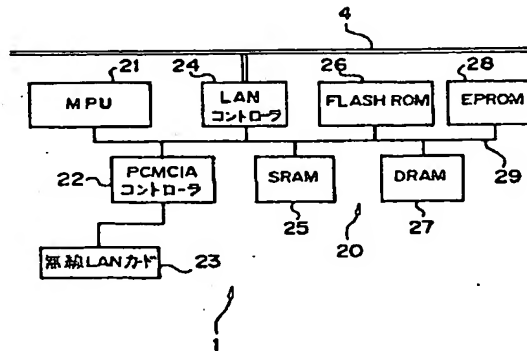
30

- *56 CTS送受信部
- 57 プローブ信号送信処理部
- 58 プローブ応答受信処理部
- 59 同期フレーム受信処理部
- 60 プローブ信号受信処理部
- 61 プローブ応答送信処理部 (負荷状況送信部)
- 62 負荷状況設定部 (負荷状況送信部)
- 63 送受信バイト数カウンタ (負荷状況検出部)
- 64 再送回数カウンタ (負荷状況検出部)
- 10 65 端末局再送回数カウンタ (負荷状況検出部)
- 66 平均データフレーム長カウンタ
- 67 CW値設定部 (変更部)
- 68 RTS/CTS付加&最大パケット長設定部 (変更部)
- 70 同期フレーム受信処理部
- 71 同期フレーム解析処理部
- 72 データ送信処理部
- 73 データ受信処理部
- 74 ACK送受信部
- 20 75 RTS送受信部
- 76 CTS送受信部
- 77 プローブ信号送信処理部
- 78 プローブ応答受信処理部
- 79 スループット記憶部
- 80 基地局選択部 (基地局装置選択部)

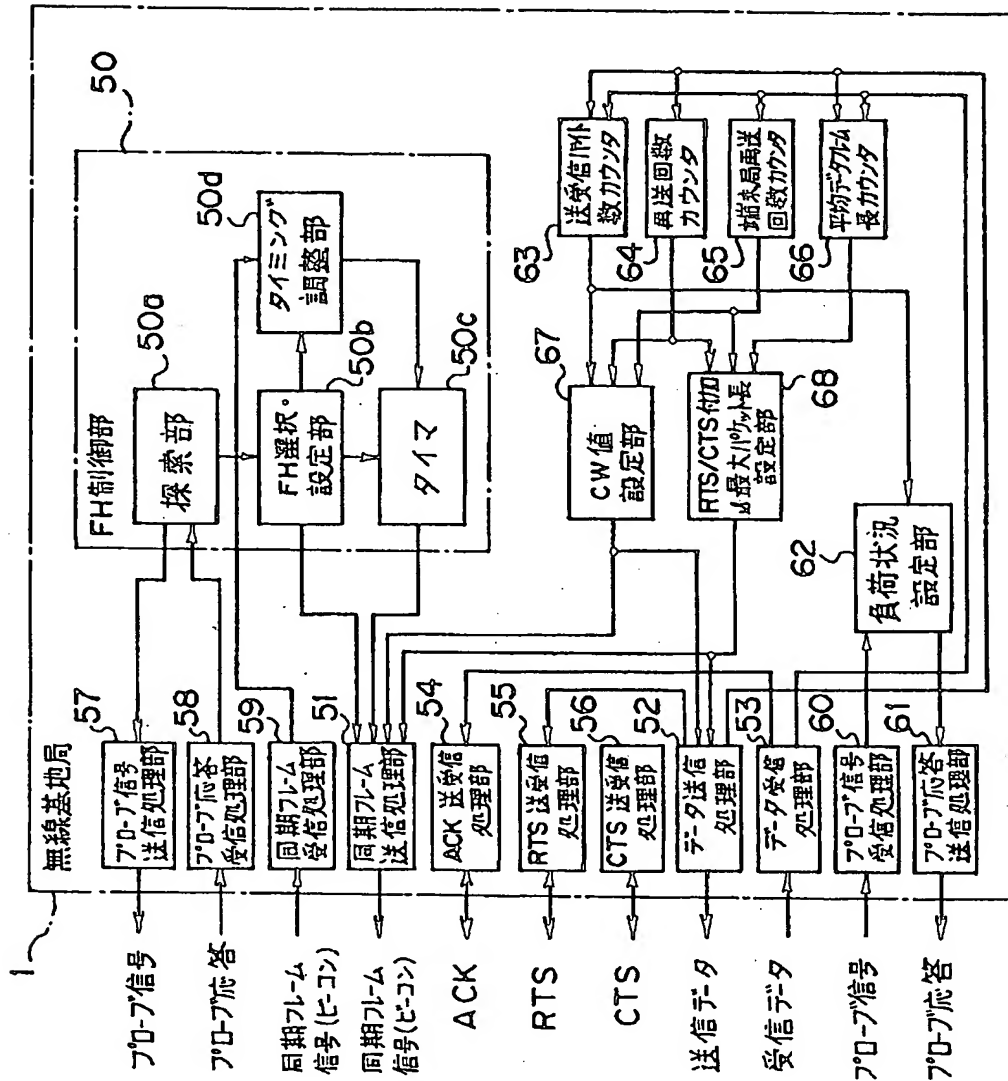
*

【図4】

本実施形態における無線基地局のハードウェア構成を示すブロック図

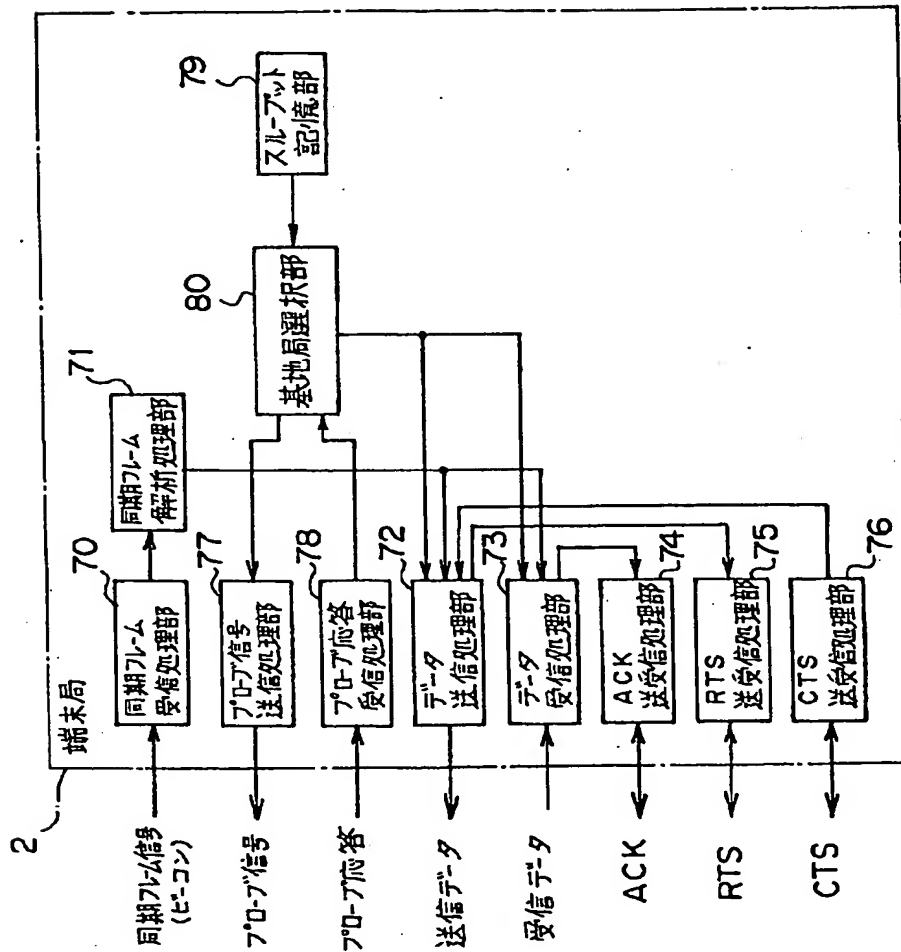


本発明の一実施形態としての無線通信ネットワーク用基地局装置(無線基地局)の機能的な構成を示すブロック図



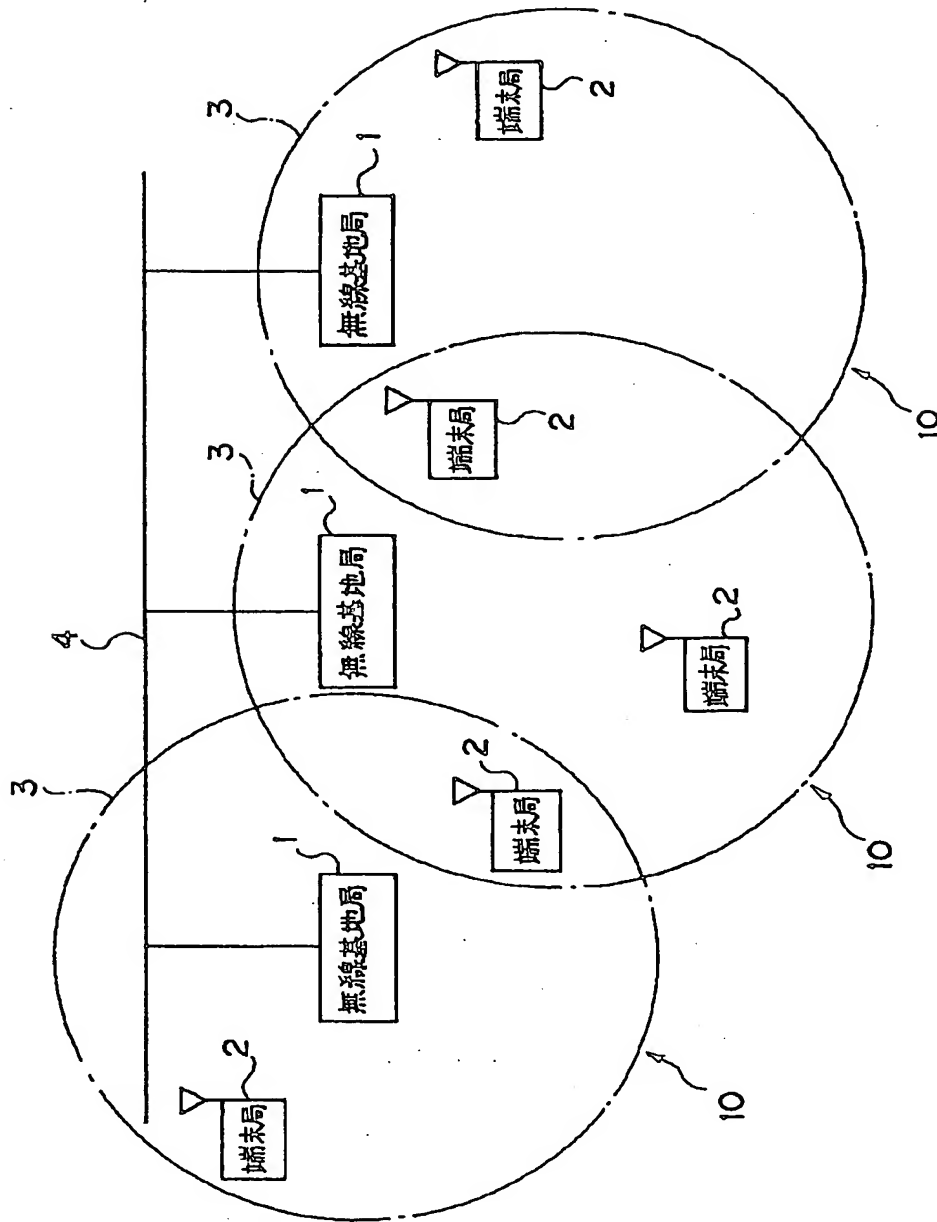
【図2】

本発明の一実施形態としての無線端末装置(端末局)の機能的な構成を示すブロック図



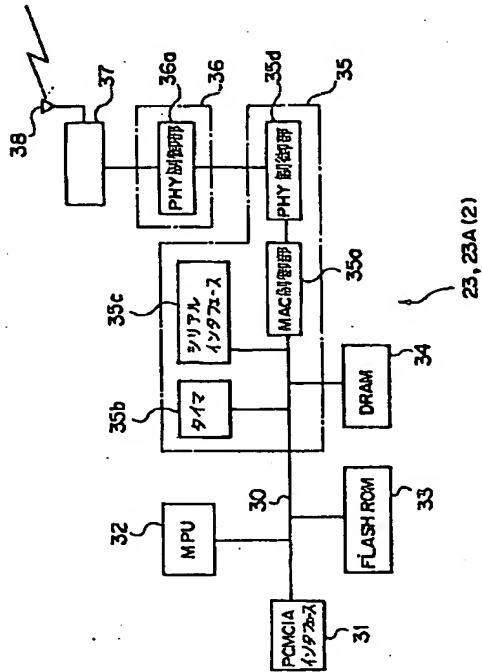
【図3】

無線エリアが相互に重畳する複数の無線LANを示すブロック図



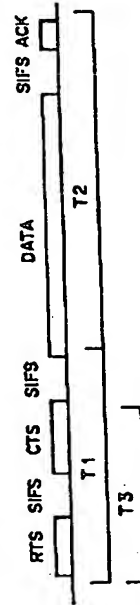
【図5】

本実施形態における無線LANカード（無線基地局および端末局の無線通信部）のハードウェア構成を示すブロック図



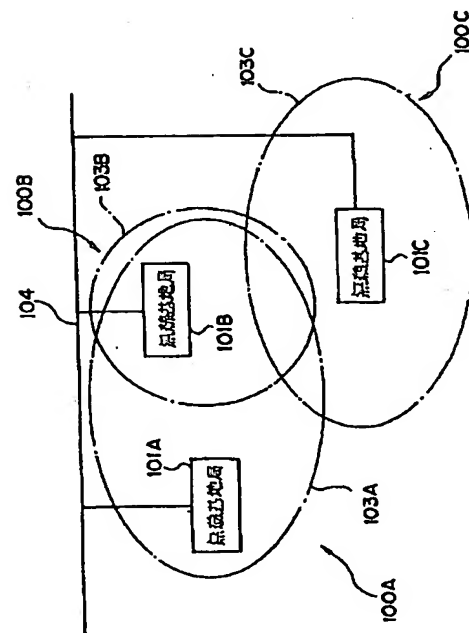
【図11】

本実施形態の無線基地局の動作（RTS/CTS付加判定基準）を説明するための図



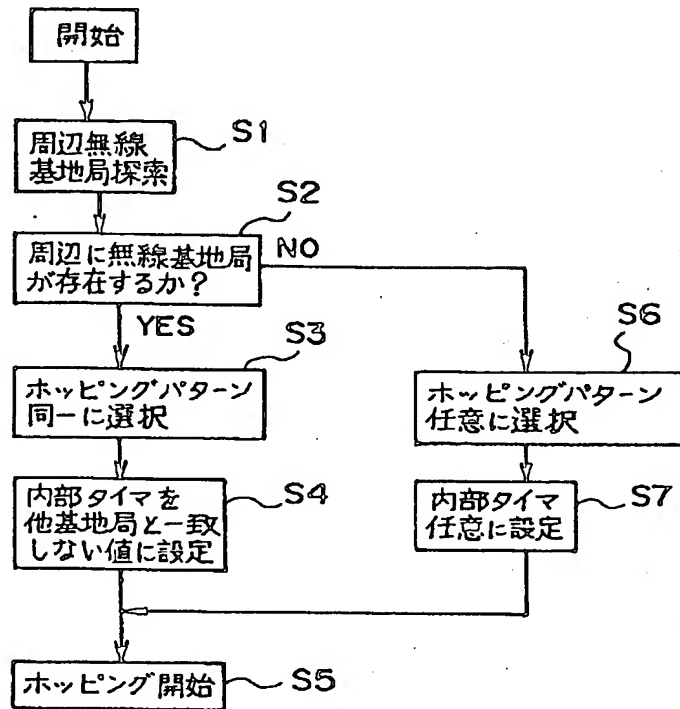
【図14】

無線エリアが相互に重畳する複数の無線LANの例を示すブロック図



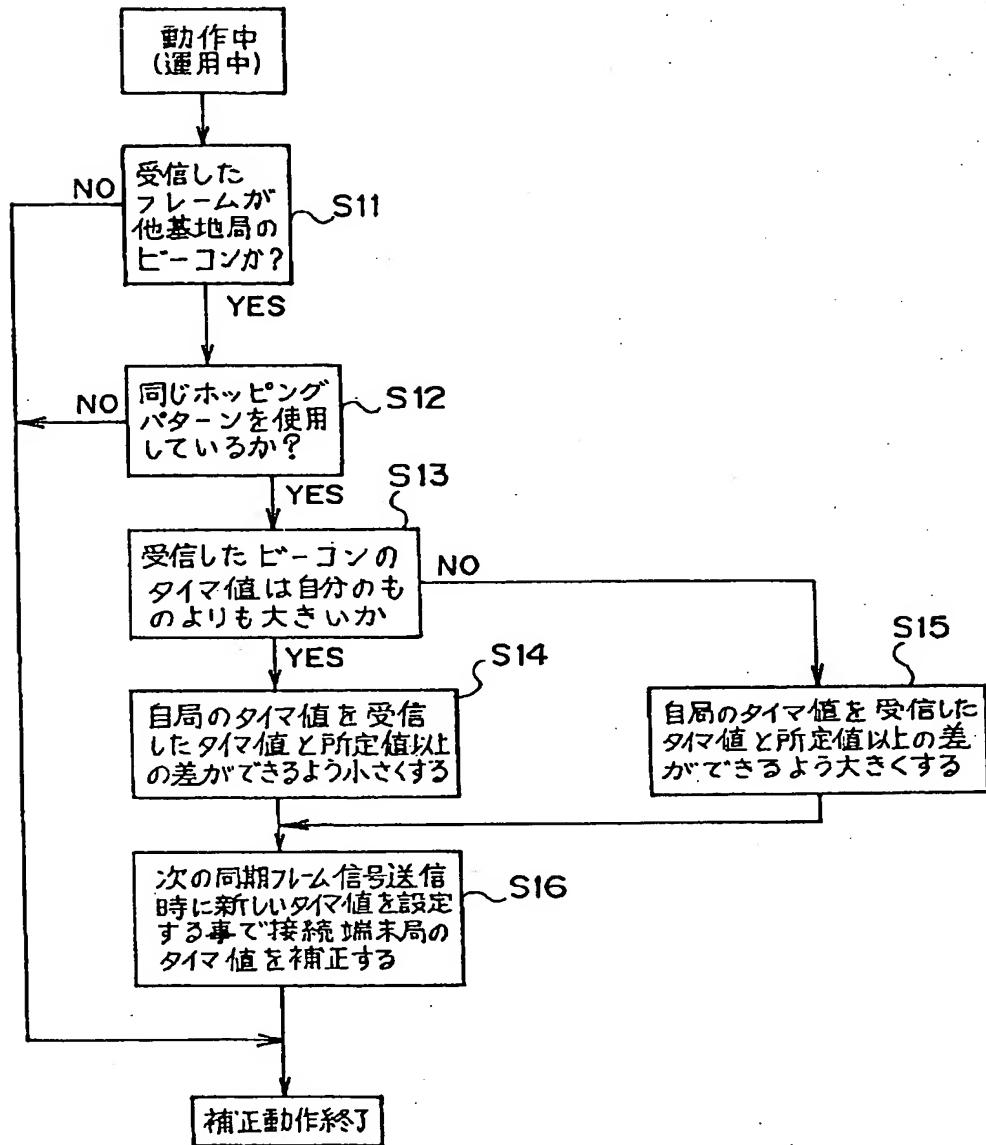
【図6】

本実施形態の無線基地局の動作(ホッピングパターン/タイミング決定動作)
を説明するためのフローチャート



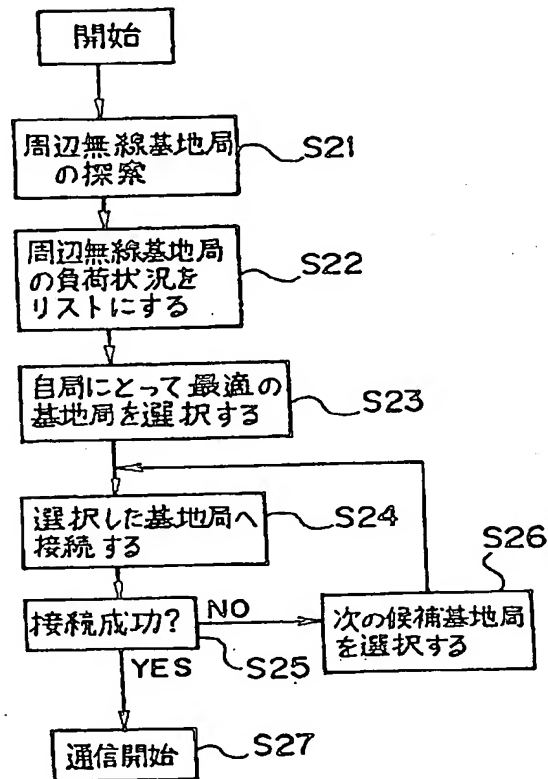
【図7】

本実施形態の無線基地局の動作（ホッピング・タイミング・補正動作）
を説明するためのフローチャート



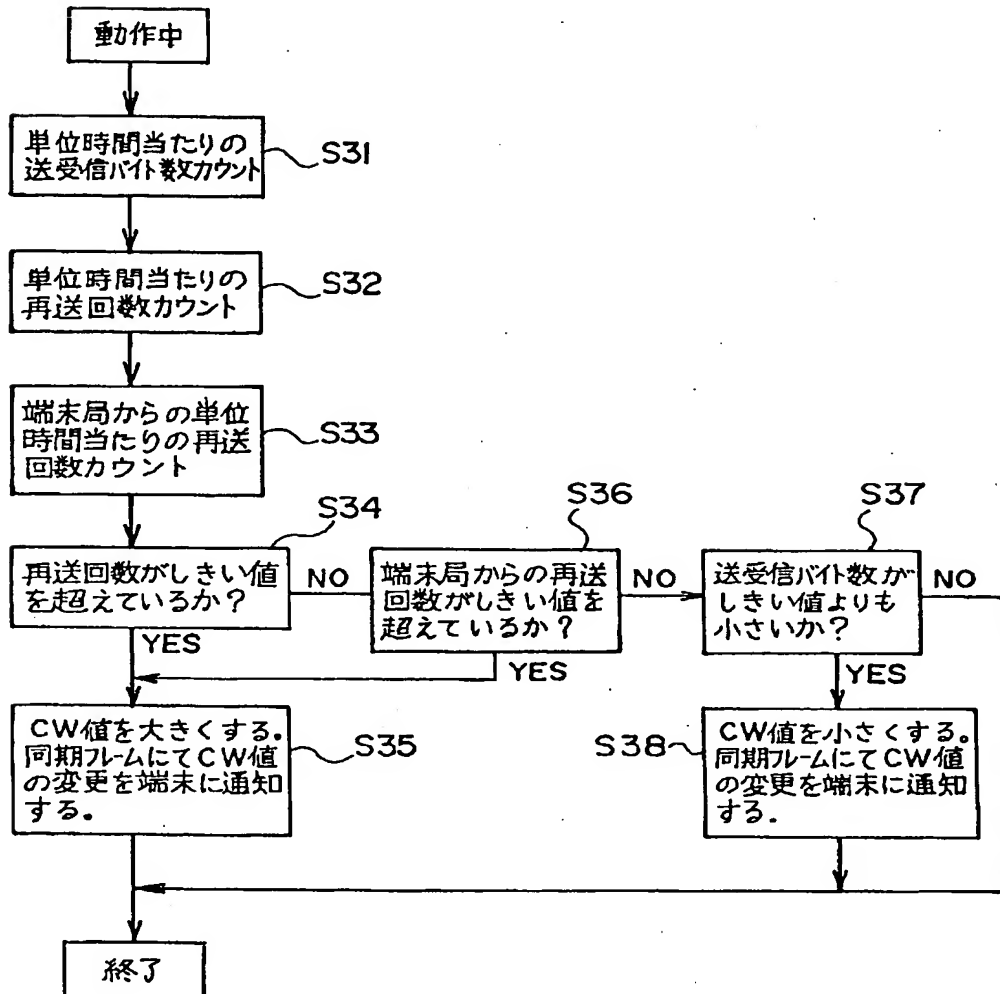
【図8】

本実施形態の端末局の動作(無線基地局選択動作)を説明するための
フローチャート



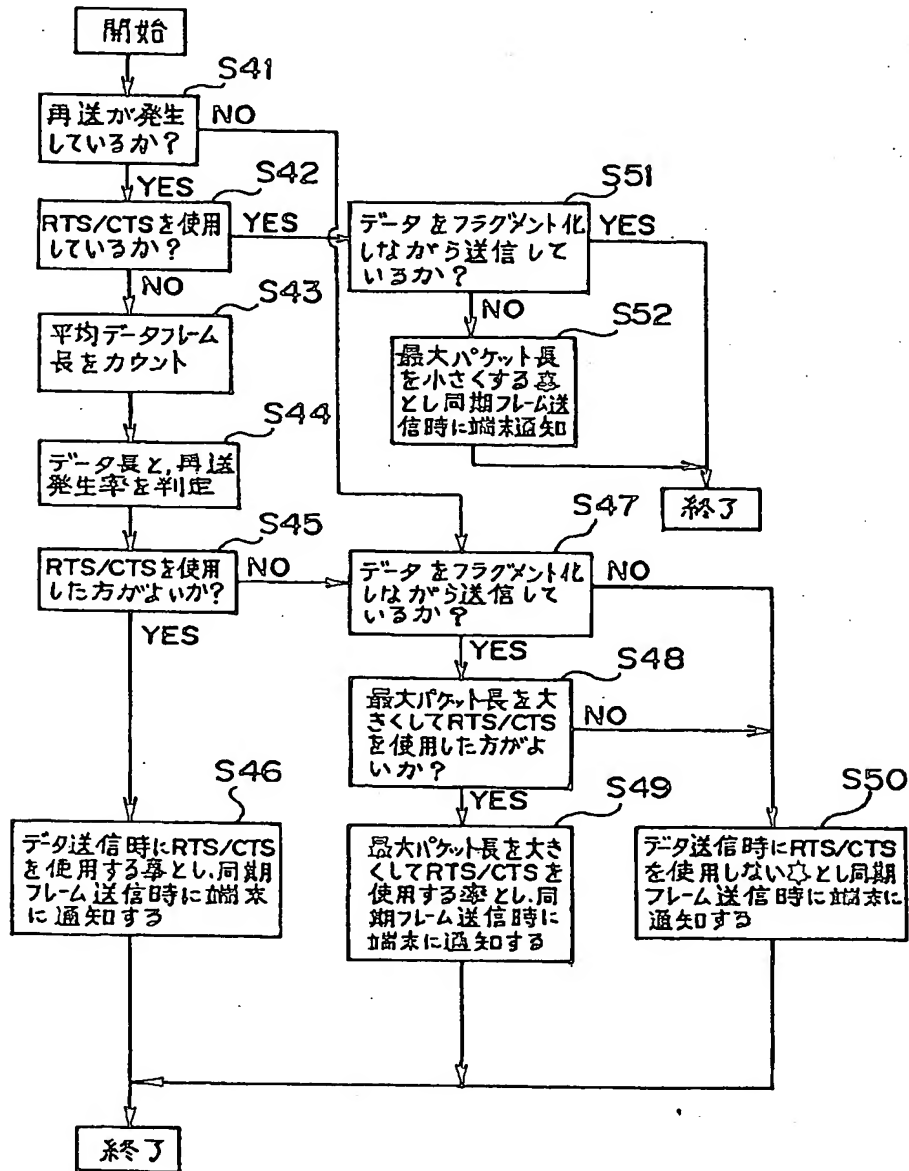
【図9】

本実施形態の無線基地局の動作(CW値変更動作)を説明するためのフローチャート



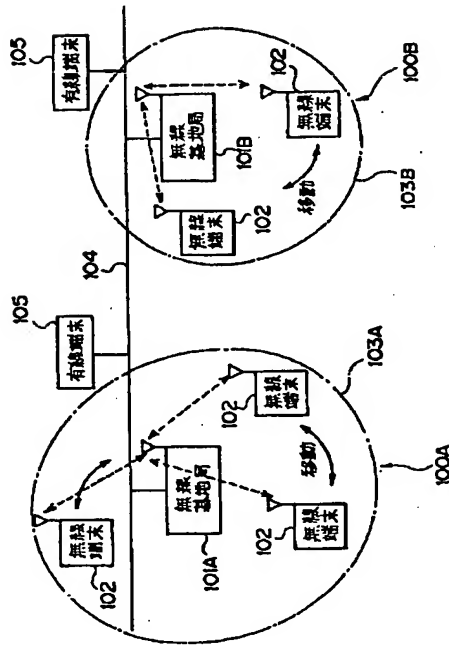
【図10】

本実施形態の無線基地局の動作 (RTS/CTS付加 & 最大パケット長の変更動作) を説明するためのフローチャート



【図12】

無線LANと適用した通信システムを示すブロック図



【図13】

拡散スペクトラム方式について説明するための図

